

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-40823

(43)公開日 平成5年(1993)2月19日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/66	3 3 0 F	8420-5L		
15/70	3 5 0 M	9071-5L		
H 0 4 N 1/415		8839-5C		
7/13	Z	4228-5C		

審査請求 有 請求項の数10(全 13 頁)

(21)出願番号 特願平3-202129

(22)出願日 平成3年(1991)6月25日

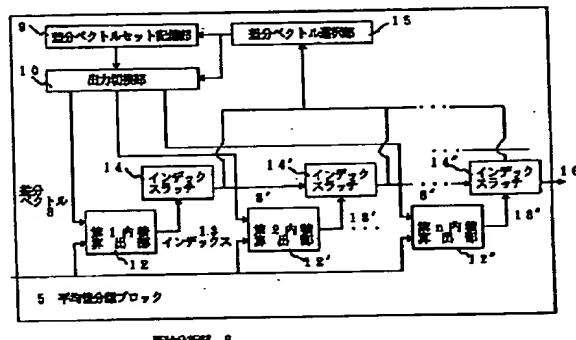
(71)出願人 000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂三丁目3番5号
(72)発明者 國武 節
神奈川県海老名市本郷2274 富士ゼロックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 上澤 功
神奈川県海老名市本郷2274 富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者 越 裕
神奈川県海老名市本郷2274 富士ゼロックス株式会社内
(74)代理人 弁理士 岩上 昇一 (外1名)
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像信号分析方式

(57)【要約】

【目的】 二つの直交する代表ベクトルを用いた空間分割、あるいは代表ベクトルの差分をとった差分代表ベクトルによって、画像の処理あるいは画像の符号化のための形状分析を容易にする。

【構成】 n段に2進木状に配置した内積算出手段では、平均値分離手段で生成された平均値分離プロックと予め記憶手段に記憶されている差分代表ベクトルセットとから内積が算出される。当該内積算出手段で算出された前記2進木の各段における内積結果を表す正負の符号は、インデックスとしてn個のインデックス保持手段に順次保持され、当該インデックス保持手段に保持されたインデックスから入力画像情報の形状を表すインデックスが得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像から一定数の画素からなるブロックを順次抽出するブロック抽出手段と、
2進木状に複数段に配置した代表ベクトルを、その2進木の各段毎に代表ベクトルの差分をとることにより得られた差分代表ベクトルのセットを記憶する記憶手段と、前記抽出したブロックと前記複数段の各差分代表ベクトルとそれぞれ内積計算を行う複数段の内積算出手段と、前記内積算出手段から得られた前記2進木の各段の内積結果を、入力画像の形状を表すインデックスとして、保持する内積結果保持手段と、
を備えたことを特徴とする画像信号分析方式。

【請求項2】 前記記憶手段に2進木の各段の差分の形で記憶される代表ベクトルのセットとして、初段および2段目の代表ベクトルを画像の空間的方向を表す任意の直交する2方向となるように設定して、以降の段の代表ベクトルを作成することにより得られた代表ベクトルセットを用いることを特徴とする請求項1記載の画像信号分析方式。

【請求項3】 前記互いに直交する2方向は、垂直方向と水平方向とからなることを特徴とする請求項2記載の画像信号分析方式。

【請求項4】 前記互いに直交する2方向は、左斜め方向と右斜め方向とからなることを特徴とする請求項2記載の画像信号分析方式。

【請求項5】 前記互いに直交する2方向は、ベクトル内で成分の値が単調に増加するのではなく、増減が2回になっている2次高調波の垂直方向と水平方向とからなることを特徴とする請求項2記載の画像信号分析方式。

【請求項6】 各段での2つの代表ベクトル間で互いに対称関係が成立するように作成された代表ベクトルを用いると共に、対称関係にある一方の代表ベクトルのみを差分の形で前記記憶手段に記憶させたことを特徴とする請求項1記載の画像信号分析方式。

【請求項7】 ある段の内積結果保持手段に保持された内積結果に応じて次段の内積算出手段の内積の演算子を得るための差分代表ベクトルを前記記憶手段から選択的に読み出す選択手段を有することを特徴とする請求項1記載の画像信号分析方式。

【請求項8】 前記記憶手段から前記選択手段により選択的に読み出された前記対称関係の一方の差分代表ベクトルを基に、前記次段の内積算出手段の入力に与える差分代表ベクトルを生成し、前記次段の内積算出手段に入力する手段を有することを特徴とする請求項7記載の画像信号分析方式。

【請求項9】 前記次段の内積算出手段に入力する手段は、記憶手段から読み出した前記対称関係の一方の差分代表ベクトルが、対称関係の2つの差分代表ベクトルの内で、次段の差分代表ベクトルとしてそのまま選択できる

方のものであったときは、そのまま次段の差分代表ベクトルとして内積算出手段に入力し、

前記対称関係の2つの差分代表ベクトルの内の他方のものであったときは、読み出した差分代表ベクトルに負数を乗じて、差分代表ベクトルとして次段の内積算出手段に入力することを特徴とする請求項8記載の画像信号分析方式。

【請求項10】 前記平均値分離ブロックと前記n段の差分代表ベクトルセットとの内積を前記内積算出手段で算出する際に、前記差分代表ベクトルセットを構成する代表ベクトルは、一定の段階的な傾きを持つ形状のベクトルであると定義して、当該代表ベクトルの要素の値を2のべき乗で近似することを特徴とする請求項1または2記載の画像信号分析方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、画像の形状に基づいて、画像の処理あるいは符号化を行う場合の対象画像の形状を分析する画像信号分析方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 画像情報を符号化する手法には、複数の信号を個々に量子化せずに、 $k \times 1$ 画素 (k 、1は1以上の整数) のブロックに分割し、各ブロックを $k \times 1$ 次元ベクトルと見なして一括量子化し、一つの符号で表現するベクトル量子化法がある。当該ベクトル量子化法は、複数の $k \times 1$ 次元の代表ベクトルからなるベクトルセット(以下コードブックと呼ぶ)を用意し、このコードブックの中で入力ベクトルに最も近い代表ベクトルを、入力ベクトルと代表ベクトルとのパターンマッチングによって決定するものである。最も基本的なベクトル量子化は、一つの入力画像ブロックとコードブックの全ての代表ベクトルとのパターンマッチングを行う全探索ベクトル量子化である。この場合、 n 個の代表ベクトルからなるコードブックを備えた全探索ベクトル量子化法は、 n 回のパターンマッチングを行う必要があるため、コードブックの規模が大きくなるとコードブックを探索する時間が増大する。

【0003】 上記問題を解決するための一手法には、コードブックを木状に配置し、入力ベクトルと各段のベクトルとのパターンマッチングを初段から順次行う2進木探索法がある。この手法によれば、最終的に n 個の代表ベクトルからなるコードブックの探索を行う場合、パターンマッチングの回数は、 $\log_2 n$ 回とすることが可能となる。しかしながら、2進木を使用して探索するベクトル量子化は、上記パターンマッチングを行う際の判断を一度誤ると、前記のような n 回のパターンマッチングを行ったものと違ったものとなる可能性がある。そのため、2進木を使用したベクトル量子化は、汎用性の高いコードブックの設計が困難であり、性能の劣化を招くことが多いという問題があった。

【0004】上記問題を解決するために、数々のコードブック設計手法が提案されている。たとえば、従来例における2進木探索コードブックの設計法を説明する。図17は代表ベクトルからなるコードブックを求める従来例におけるアルゴリズムを説明するフローチャートを示す。代表的な入力ブロックのサンプル（トレーニング系列と呼ぶ）は、予め正規化される。そして、正規化されたサンプルは、単位超球面上に分布するサンプル群と定義される（ステップ161）。次に、正規化されたサンプルを2分割するための軸である主成分が求められる（ステップ162）。上記単位超球面上のサンプル群は、良く知られている主成分分析法を適用し、最も寄与率の高いベクトル、すなわち、第1主成分ベクトルで定義される超平面を用いて2分割される。そして、前記単位超球面上におけるサンプルの各ベクトルが前記主成分のどちら側に入っているかを調べる（ステップ163）。次に、分割した各空間における前記サンプルの各ベクトルの重心が求められる（ステップ164）。また、分割する空間の数を 2^r 、分割操作の繰り返し回数をnと決めておき、この分割操作を一回行うごとにnに1を足す（ステップ165）。次に、nが 2^r に達したか否かを調べる。nが 2^r に達していない場合には、nに達するまで空間による分割を繰り返す（ステップ166）。上記分割操作を 2^r 回繰り返した結果、代表ベクトルが得られる（ステップ167）。このようにして2進木コードブックが設計される。上記フローチャートに記載されているアルゴリズムの詳細は、渡辺らの昭和63年電子情報通信学会論文誌「2進木探索コードブックの設計法」に記載されている。

【0005】図16は従来の手法によって設計されたコードブックを用いた形状分析部のブロック図である。図16において、形状分析部20は、代表ベクトルを記憶するコードブック記憶部21と、コードブック記憶部21から読み出された代表ベクトルを所定の段の内積算出部に出力する出力切換部22と、代表ベクトルと平均値分離ブロックとの内積を算出する第1内積算出部23および第2内積算出部24と、第1内積算出部23と第2内積算出部24とによって算出された結果の大きさを比較する比較器25と、比較器25によって比較された大小を表す符号として保持するインデックスラッチ26と、インデックスラッチ26に保持されている符号に基づいてコードブック記憶部21に格納されている代表ベクトルを選択するためのアドレスを発生すると共に、出力切換部22に対して切換え指示する代表ベクトル選択部27とから構成される。第1内積算出部23は、入力画像から抽出した入力ブロックの平均値を分離した平均値分離ブロックと、予め図17の手順によって得られ、コードブック記憶部21内に格納されている代表ベクトル Y_1 との内積を算出する。同様に、第2内積算出部24は、前記平均値分離ブロックと、予め図17の手順に

よって得られ、コードブック記憶部21内に格納されている代表ベクトル Y_2 との内積を算出する。その後、上記各内積算出部23、24において算出された内積の算出結果は、比較器25によって比較される。比較器25からの出力によって前記代表ベクトル Y_1 、 Y_2 の大小が判断される。そして、この結果得られた正または負の符号は、たとえば、「1」あるいは「0」としてインデックスラッチ26に順次保持されると共に、次段の内積算出に使用される。すなわち、代表ベクトル選択部27は、前記インデックスラッチ26の符号を読み取り、この符号に基づいてコードブック記憶部21に格納されている代表ベクトルのアドレスを指定すると共に、出力切換部22における所定の段数の内積算出部23、24を指定する。次に、コードブック記憶部21に格納されている代表ベクトルは、代表ベクトル選択部27によってアドレスが指定されて読み出されると共に、出力切換部22は、前記代表ベクトルが前記代表ベクトル選択部27によって指定された段数の内積算出部23、24に送出されるように切り換えられる。そして、前記同様に内積の大小が比較されて、そのインデックスが次のインデックスラッチ26に保持される。同様に、このような演算をコードブックで定められたn段まで繰り返して行うことにより、インデックスラッチ26に入力ブロックの符号化結果が得られる。

【0006】ところで、図17に示すような手法により設計されたコードブックは、平均値0、分散1に正規化された波形（形状）情報を表しており、これを「Shape」と呼んでいる。したがって、ベクトル量子化を行う際には、「Shape」の他に入力ブロックの平均値、分散を求める必要がある。一方、コードブックが平均値0、分散1であることから、入力ブロックと代表ベクトルからなるコードブックとの内積値を求め、この内積値が大となる代表ベクトルを近似度の高い代表ベクトルに選ぶ、最大内積規範によってパターンマッチングが実現できる。また、内積値から分散の近似値が得られ、これを「Gain」と呼ぶ。「Gain」は、代表ベクトルからなるコードブックと入力ベクトルとの相違度、すなわち、ミス・マッチングが大である程、小となるため、パターンマッチング演算と量子化歪みを減衰させることができ一回の操作で可能であるという効果を有している。この手法は、「Gain」／「Shape」VQと呼ばれ、IEEE Trans. on Acoust. に掲載されたBuzoらの論文「Speech coding based upon vector quantization」において既に報告されている。

【0007】【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図17に示すようなコードブックの設計方法は、一般的な2進木探索量子化のために考案されたコードブック設計法であるため、この手法によって設計されたコードブックを

利用して「Shape」分析を行う場合には、以下のような問題を有した。すなわち、

(1) 従来方式を用いて超平面検定アルゴリズムによる信号空間の2分割を反復して求める代表ベクトルは、各段において重心を求めながら新しい代表ベクトルを求めていたため、超球面上に位置していない。すなわち、最終段で得られた量子化代表ベクトルは、Gainに関して正規化されていない。したがって、空間分割が終了した時点で改めて「Gain」に関して正規化する必要が生じてくるので、コードブックの設計手順を複雑にする。

(2) 上記のように各段において重心を求めながら得られた新しい代表ベクトルは、理想的に「ある決まった方向に単調に画素値が増加または減少する」といったことにはならない。そのため、「ブロックのShapeが表現できる」ようなベクトルには、必ずしも成り得ない。たとえば、画素値の増減が判らない代表ベクトルでは、形状的に何の意味も持たないようなブロックを得る場合がある。このような代表ベクトルでは、「Shape」分析に利用し難い。

(3) 従来方式を用いて設計したコードブックは、超平面で分割した代表ベクトルの全てをコードブックに記憶しておかなければならぬので、コードブック用のメモリ量が大きくなり、「Shape」分析に直接利用するには、実現するメモリ規模等の経済性に問題がある。

【0008】本発明は、以上のような問題を解決するためのもので、コードブックの設計が簡単で、しかも形状分析が行える画像信号分析方式を提供することを目的とする。また、上記画像分析に使用するコードブック用のメモリが少なくて済む画像信号分析方式を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の画像信号分析方式は、入力画像から一定数の画素からなるブロックを順次抽出するブロック抽出手段(2)と、2進木状に複数段に配置した代表ベクトルを、その2進木の各段毎に代表ベクトルの差分をとることにより得られた差分代表ベクトルのセットを記憶する記憶手段(9)と、前記抽出したブロックと前記複数段の各差分代表ベクトルとそれぞれ内積計算を行う複数段の内積算出手段(12)と、前記内積算出手段(12)から得られた前記2進木の各段の内積結果を、入力画像の形状を表すインデックス(13)として、保持する内積結果保持手段(14)とから構成される。

【0010】本発明の画像信号分析方式は、前記記憶手段(9)に2進木の各段の差分の形で記憶される代表ベクトルのセットとして、初段および2段目の代表ベクトルを画像の空間的方向を表す任意の直交する2方向となるように設定して、以降の段の代表ベクトルを作成することにより得られた代表ベクトルセットを用いることを

特徴とする。また、前記互いに直交する2方向は、垂直方向と水平方向、左斜め方向と右斜め方向、あるいはベクトル内で成分の値が単調に増加するのではなく、増減が2回になっている2次高調波の垂直方向と水平方向とからなることを特徴とする。

【0011】本発明の画像信号分析方式は、各段での2つの代表ベクトル間で互いに対称関係が成立するように作成された代表ベクトルを用いると共に、対称関係にある一方の代表ベクトルのみを差分の形で前記記憶手段

(9)に記憶させたことを特徴とする。また、ある段の内積結果保持手段(14)に保持された内積結果に応じて次段の内積算出手段(12)の内積の演算子を得るための差分代表ベクトルを前記記憶手段(9)から選択的に読み出す選択手段(15)を有することを特徴とする。また、前記記憶手段(9)から前記選択手段(15)により選択的に読み出された前記対称関係の一方の差分代表ベクトルを基に、前記次段の内積算出手段(12)の入力に与える差分代表ベクトルを生成し、前記次段の内積算出手段(12)に入力する手段を有することを特徴とする。さらに、前記次段の内積算出手段(12)に入力する手段は、記憶手段(9)から読み出した前記対称関係の一方の差分代表ベクトルが、対称関係の2つの差分代表ベクトルの内で、次段の差分代表ベクトルとしてそのまま選択できる方のものであったときは、そのまま次段の差分代表ベクトルとして内積算出手段

(12)に入力し、前記対称関係の2つの差分代表ベクトルの内の他方のものであったときは、読み出した差分代表ベクトルに負数を乗じて、差分代表ベクトルとして次段の内積算出手段(12)に入力することを特徴とする。

【0012】前記平均値分離ブロックと前記n段の差分代表ベクトルセットとの内積を前記内積算出手段で算出する際に、前記差分代表ベクトルセットを構成する代表ベクトルは、一定の段階的な傾きを持つ形状のベクトルであると定義して、当該代表ベクトルの要素の値を2のべき乗で近似することを特徴とする。

【0013】

【作用】入力画像は、 $j \times k$ 画素の入力ブロックに分割される。すなわち、ブロック抽出手段は、入力画像から $j \times k$ 画素のブロックを順次抽出する。抽出された各入力ブロックは、平均値分離手段において、平均値を分離して平均値分離ブロックとなる。一方、予め前記入力ブロックと同一の大きさで、かつ入力ブロック内部の平均値を分離して分散を正規化した代表ベクトルがn段(n は予め決められた1以上の正整数)の2進木状に配置される。そして、記憶手段には、この2進木の各段毎の前記代表ベクトルの差分からなる差分代表ベクトルが記憶されている。ここで、当該記憶手段に記憶されている各段の差分代表ベクトルと前記平均値分離ブロックとの内積が、内積算出手段で順次算出される。当該内積算

出手段で算出された前記2進木の各段の内積結果から得られた正負の符号は、順次n個の内積結果保持手段に保持される。選択手段は、ある段の内積結果に基づいて、次段で用いる差分代表ベクトルが選択されるように前記記憶手段のアドレスを指定する。そして、次段ではその選択された差分代表ベクトルにより内積演算が行われ、このような演算が最終段に至るまで実行される。そして、当該内積結果保持手段に保持されたnビットの内積結果は、前記入力画像情報の形状を表す。そして、上記nビットの内積結果は、入力画像情報の形状を表しているため、画像データ等の圧縮に使用する際に都合が良い。また、本発明によれば、内積演算を代表ベクトルの差分値によって行うようにしたので、演算の回数が少なくなり、処理の速度が向上する。すなわち、従来は図16に示すように、各段において二つの代表ベクトルと入力ブロックとのそれぞれ内積演算とその内積演算の結果を比較する比較演算を行う必要があったのに対し、本発明では各段において1回の内積演算を行なうだけでよい。

【0014】また、差分代表ベクトルセットを得るために準備される前記2進木状の代表ベクトルは、画像の空間的方向性を表す互いに直交する2方向に予め設定しておく。たとえば、互いに直交する垂直方向と水平方向、互いに直交する左斜め方向と右斜め方向、あるいはベクトル内で成分の値が単調に増加するのではなく、増減が2回になっている2次高調波の垂直方向と水平方向がある。これらの直交したベクトルによって空間を分割するため、形状分析を行うことができる。

【0015】さらに、前記平均値分離ブロックと前記n段の差分代表ベクトルセットとの内積を前記内積算出手段で算出する際に、代表ベクトルを一定の段階的な傾きを持つ形状のベクトルであると定義すると、当該代表ベクトルの要素の値を2のべき乗で近似することができる。このような場合、代表ベクトルが2のべき乗で近似されるため、前記差分代表ベクトルセットと平均値分離ブロックとの内積計算は、2進数のシフト操作と加算のみで実現できる。

【0016】さらに、超平面によって分割された差分代表ベクトルが対称の場合、差分ベクトルセット記憶手段には、予め各段における差分代表ベクトルの一方のみが記憶されている。したがって、他方の差分代表ベクトルは、内積演算の結果得られたインデックスに基づいて、前記一方の差分代表ベクトルに負数を乗ずることで得られる。このように、前記記憶手段に記憶されている一方の差分代表ベクトルに負数を乗じて他方の差分代表ベクトルを得るよう構成されているため、前記記憶手段に記憶する差分代表ベクトルセットの記憶容量が半分で済む。

【0017】

【実施例】図1は本発明の一実施例である画像信号分析方式のブロック構成図である。図2は図1における

形状分析手段のブロック構成図である。図1において、本発明の画像信号分析方式は、入力した入力画像情報1をk画素×1画素のブロック形式にするブロック抽出部2と、当該ブロック抽出部2で抽出された入力ブロック3の平均値を分離する平均値分離部4と、当該平均値分離部4で生成された平均値分離ブロック5の「Shape」を分析して、代表ベクトルの形状インデックス16を得る形状分析部6とから構成される。

【0018】図2において、形状分析部6は、予め用意された差分ベクトルセットを記憶する差分ベクトルセット記憶部9と、当該差分ベクトルセット記憶部9から予め用意された差分ベクトルを所定の内積算出部に送出する出力切換部10と、差分ベクトル8と入力画像から得られた前記平均値分離ブロック5との内積を算出するn段の内積算出部（第1内積算出部12、第2内積算出部12'、……、第n内積算出部12'')と、当該n段の内積算出部12、12'、……、12''から順次得られるインデックス13、13'、……、13''をそれぞれ保持するインデックスラッチ14、14'、……、14''と、インデックスラッチ14、14'、……、14''に保持されている符号に基づいて差分ベクトルセット記憶部9に格納されている差分ベクトルを選択すると共に、前記出力切換部10に対して切換え指示する差分ベクトル選択部15とから構成される。ここで「ベクトルセット」とは、従来技術で説明した「コードブック」に相当するもので、予め決められた任意の数たとえば、32個あるいは64個の代表ベクトルからなる。また、「差分ベクトル」とは、後述する二つの直交する平面によって空間を分割することにより得られる2つの空間に対応する2つの代表ベクトルの差のことを意味する。本明細書では、「ベクトルセット」とおよび「差分ベクトル」を上記のように定義する。第1内積算出部12は、入力画像から抽出した入力ブロックの平均値を分離した平均値分離ブロック5と、予め後述の図5に示す手順によって得られ、差分ベクトルセット記憶部9内に格納されている差分ベクトル8との内積を算出する。上記第1内積算出部12において算出された内積の算出結果は、ベクトルの差分を取っているため、大小関係が簡単に判断される。そして、この結果得られた正または負の符号は、たとえば、インデックス「1」あるいは「0」としてインデックスラッチ14に順次保持される。そして、差分ベクトル選択部15は、前記インデックス13の符号を読み取り、この符号に基づいて差分ベクトルセット記憶部9に格納されている差分ベクトルのアドレスを指定すると共に、出力切換部10において次の段の内積算出部12'を指定する。この結果、次の段の内積算出部12'では、前記差分ベクトルセット記憶部9から送出された2段目の差分ベクトルと平均値分離ブロック5との内積が演算される。そして、演算された内積結果は、インデックス13'として、インデックスラ

「 $14'$ に保持される。同様にこのような演算を差分ベクトルセットで決められたn段まで繰り返して行うことにより、インデックスラッチ $14''$ に入力ブロックの符号化結果が得られる。また、他の実施例が図3に示されている。図3において、図2に示す実施例と異なる所は、差分ベクトルセット記憶部9と出力切換部10との間に差分ベクトル符号付与部11が追加されている点である。本実施例では、空間により分割された差分代表ベクトルが対称である場合、インデックス13に基づいて差分ベクトル選択部15は、差分ベクトルセット記憶部9に格納されている差分ベクトルのアドレスを指定すると共に、出力切換部10における所定の段数の内積算出部を指定する。また、インデックスラッチ 14 に保持されているインデックスに基づいて、差分ベクトル符号付与部11は、差分ベクトルセット記憶部9の差分ベクトルに対して「+」または「-」の符号を付与する。このようにして差分ベクトルは、差分ベクトルセット記憶部9から内積を算出するために内積算出部に送出されて、内積が算出されてインデックスとなる。したがって、差分代表ベクトルが対称の場合には、差分ベクトル符号付与部11を設けることにより、差分ベクトルセット記憶部9に格納する差分ベクトルセットの記憶容量を半分に減らすこ*

$$\mu = (\Sigma_{i,1}, \Sigma_{i,2}, X_{i,1}) / 4 \times 4 \quad \dots \quad (1)$$

但し、 $\Sigma_{i,1}$ は、 $i = 1$ から $i = 4$ までの総和を表し、 $\Sigma_{i,2}$ は $j = 1$ から $j = 4$ までの総和を表している。

$$X'_{i,1} = X_{i,1} - \mu$$

上記数1および数2において、 $X_{i,1}$ は入力画像情報1の各画素値($i, j = 1, 2, 3, 4$)、 μ はブロック内の画素値の平均値、 $X'_{i,1}$ は平均値が分離された画素値である。平均値分離部4から出力される平均値分離ブロック5は、形状分析部6に入力され、入力ブロック3の「Shape」情報である形状インデックス16が得ら★

$$X \cdot Y = x_{1,1} y_{1,1} + x_{1,2} y_{1,2} + \dots + x_{4,4} y_{4,4} \quad \dots \quad (3)$$

数3において、Xは平均値分離ブロック5、Yは差分代表ベクトル8、 $x_{i,1}, y_{i,1}$ はそれぞれ平均値分離ブロックX、および差分代表ベクトルYの成分をそれぞれ表している。上記内積算出部12における内積の算出結果から、内積値の正負を表すインデックス13が outputされる。そして、当該インデックス13は、たとえば、「1」、「0」という形でインデックスラッチ $14, 14', \dots, 14''$ に保持される。したがって、n段の形状分析部6からは、nビットの形状インデックス16が outputする。画像情報を走査する場合、縦方向および横方向にいずれの方向から走査しても特に問題がないので、初段の差分代表ベクトルには、一番考え易い垂直ベクトルVおよび水平ベクトルHを取って固定する。しか★

$$|Y_1| = |Y_2| = |Y| = 1 \quad (\text{分散}\sigma = 1) \quad \dots \quad (4)$$

$$\mu = (\Sigma_{i,1}, \Sigma_{i,2}, y_{i,1}) / (k \times 1) = 0 \quad \dots \quad (5)$$

但し、 $\Sigma_{i,1}$ は、 $i = 1$ から $i = k$ までの総和を表し、 $\Sigma_{i,2}$ は $j = 1$ から $j = 1$ までの総和を表している。す

*とができる。

【0019】図5は本発明の一実施例における代表ベクトルセットを求めるためのアルゴリズムを説明するフローチャートを示す。上記フローチャートと図17に示す従来例のフローチャートとの相違点は、初期値の与え方にある。すなわち、初段における全体の空間分割をたとえば、二つの直交する水平ベクトルVおよび垂直ベクトルHと予め設定し、次段から分割を行う(ステップ31)。次のステップ32からステップ36までは、図17におけるステップ162からステップ166までと同様に行う。このようにして得られた代表ベクトルの差分を算出して、差分代表ベクトルを得る。このようにして得られた差分代表ベクトルは、上記手法に従って生成され、予め前記差分ベクトルセット記憶手段9に格納されている。

【0020】次に、本発明の画像信号分析方式の動作について説明する。図1において、入力された入力画像情報1は、ブロック抽出部2によって、 k 画素×1画素の入力ブロック3にブロック化される。そして、当該入力ブロック3は、平均値分離部4によってブロック内の平均値が分離され、平均値分離ブロック5となる。たとえば、入力ブロックの画素数が $k = 1 = 4$ の場合、以下の数1、数2で表される。

$$\dots \quad (2)$$

★れる。

【0021】図2に示す形状分析部6では、内積算出部12で平均値分離ブロック5と差分代表ベクトル8との内積を算出する。すなわち、内積の算出は、以下の数3によって実行される。

$$X \cdot Y = x_{1,1} y_{1,1} + x_{1,2} y_{1,2} + \dots + x_{4,4} y_{4,4} \quad \dots \quad (3)$$

☆し、初段に、水平/垂直方向ではなく、直交する二つのベクトルとして左斜め方向のベクトルSLと右斜め方向のベクトルSRとを用いて分析を行っても良い。

【0022】図4を用いて、入力ブロック3の「Shape」分析が内積算出によって実現できることを述べる。図4はベクトルXと二つの代表ベクトル Y_1, Y_2 とのバターンマッチングが一回の内積算出で実現できることを示す原理図である。図4において、ベクトルXは、平均値分離ブロック5を、ベクトル Y_1, Y_2 は、2進木の各段における代表ベクトルを表している。代表ベクトル Y_1, Y_2 は、次の数4、数5のように平均値分離正規化されている。なお μ はブロック内平均画素値である。

$$|Y_1| = |Y_2| = |Y| = 1 \quad (\text{分散}\sigma = 1) \quad \dots \quad (4)$$

$$\mu = (\Sigma_{i,1}, \Sigma_{i,2}, y_{i,1}) / (k \times 1) = 0 \quad \dots \quad (5)$$

なわち、代表ベクトル Y_1, Y_2 は、半径1の超球面上に分布していることになるので、ベクトルXがベクトル

11

Y_1, Y_2 の何れに近いかを判定するために、ベクトル X がベクトル Y_1, Y_2 となしている見込み角 θ_1, θ_2 の大小を調べればよい。 θ_1, θ_2 の大小の判定に *

$$X(Y_1 - Y_2) = |X| |Y| (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \dots (6)$$

その結果内積値が正であれば

$$\theta_1 > \theta_2$$

が成立しているので、ベクトル X は代表ベクトル Y_1 に近く、負であればその逆に代表ベクトル Y_2 に近くなっていると言える。この手法によれば、2進木の各段における探索を実現させるのに $k \times 1$ の入力ブロック 3 当たり、四則演算の実行回数にして、従来、足算、引算、および掛け算により $(6k-1)$ 回かかっていたのに対して、本実施例によれば、掛け算と足算だけで $(2k-1)$ 回で済むようになる。さらに、本実施例の代表ベクトルは、後述する図 9 および図 14 に示すように、画素値が段階的に変化しているので、一定の段階的な傾きを有する形状のベクトルであると定義することができる。したがって、このように一定の段階的傾きを有する代表ベクトルは、2のべき乗で近似することができる。このような近似を行えば、前記代表ベクトルと入力ブロック 3 の内積算出は、2進数のシフト操作と加算のみで実現できることになる。

【0023】次に、代表ベクトルセットの内容について述べる。図 6 および図 7 は 2 進木空間の分割の例を示す図である。図 8 は図 6 および図 7 の空間分割を実現する 2 進木状の代表ベクトルセットの木の一例を示す図である。図 9 は図 8 の代表ベクトルセットの木から得られる、差分ベクトルセットの木を示す図である。図 6、図 7において、初段に垂直、水平ベクトル V, H を取っている理由は、画像情報は、縦方向、横方向のいずれから走査しても問題がないので、一番考え易いものとしている。したがって、上記の場合、入力ブロック 3 の「Shape」は、画像情報の信号空間を先ず、縦方向と横方向とに分割して行っていくことで分析できる。すなわち、図 8 は入力された平均値分離ブロック 5 の「Shape」が、分析されていく様子を表す 2 進木である。また、図 9 は図 8 のような分析を行うための差分代表ベクトルを図 8 に対応させて 2 進木状に示したものである。たとえば、図 8 において、START から 2 進木のどちら側に降りていくか、すなわち、入力された平均値分離ブロック 5 の「Shape」が代表ベクトル V あるいは代表ベクトル H のいずれに近いか、を分析するのが図 9 に示す初段のベクトル ($V-H$) である。

【0024】入力ブロックの分析手順を図 6 ないし図 9 を参照しつつ説明する。先ず、初段の分析として、図 8 に示す START から 2 進木のどちら側に降りていくか、すなわち、垂直ベクトル V に近いか、あるいは水平ベクトル H に近いかを分析する。これを決定するために入力された平均値分離ブロック 5 と差分代表ベクトル ($V-H$) との内積計算を行う。この内積計算の結果

12

* は、差分ベクトル ($Y_1 - Y_2$) という新しい考え方を導入して、数 6 のように内積算出を実行すればよい。

..... (7)

果、垂直ベクトル V に近いと分析された場合、図 8 の 2 進木に示されているように、第 2 段では、直交する 2 つのベクトル V とベクトル H のいずれに近いかが分析される。このとき、分析に用いられる差分ベクトルは、図 9 の 2 段目左側に示すように、ベクトル V とベクトル H との差分ベクトル ($V+H$) である。

【0025】前記初段の分析によって、入力された平均値分離ブロック 5 が垂直ベクトル V に近いと分析された場合、入力ブロック 3 は、図 6 に示す斜線部に存在する。この斜線部で表される空間は、直交する二つのベクトル V と $-H$ との差分ベクトル ($V+H$) が一意に定める図 6 に太い一点鎖線で示す超平面でうまく分割される。たとえば、入力された平均値分離ブロック 5 が水平ベクトル H に近く、図 8 に示す START から右に降りていくという分析結果が得られた場合、第 2 段の分析は、代表ベクトル $-V$ と H の差分ベクトル ($V+H$) によって行われる。したがって、図 9 における第 2 段目右側の差分代表ベクトルは、 $-(V+H)$ が図示されている。このように差分代表ベクトルの 2 進木は、左右が正負の符号を付け替えただけの対称形となっているから、各段における内積算出部から得られる分析結果をインデックスラッチ $14, 14', \dots, 14''$ に保持していくだけで、代表ベクトルのためのメモリ量を減らすことができる。図 7 では、差分代表ベクトル ($V+H$) を用いて同様の操作を繰り返すことによって、図 6 の斜線部が V の空間と $-H$ の空間とに分けられ、入力ブロック 3 がベクトル V の空間 (斜線部) に分類された例を示している。

【0026】図 10 は $k=4, l=4$ とした場合の画像の 2 次元的方向成分を表す垂直方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。図 11 は $k=4, l=4$ とした場合の画像の 2 次元的方向成分を表す水平方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。図 12 は $k=4, l=4$ とした場合の画像の 2 次元的方向成分を表す左斜め方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。図 13 は $k=4, l=4$ とした場合の画像の 2 次元的方向成分を表す右斜め方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。図 14 は $k=4, l=4$ とした場合の画像の 2 次元的方向成分を表す 2 次高調波垂直方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。図 15 は $k=4, l=4$ とした場合の画像の 2 次元的方向成分を表す 2 次高調波水平方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。図 10 ないし図 15 において、濃度の高い画素

は、画素値が高いということを表しており、白黒の濃度を反転させたものがそれぞれの反対方向（-の符号を付けたもの）としている。

【0027】一例として、 $n = 6$ の場合、入力ブロック3の「Shape」分析は、代表ベクトルとして、水平、垂直方向のベクトルV、Hの他に、左斜め、右斜め方向のベクトルSR、SL、第2次高調波の水平、垂直方向のベクトルV2、H2で実現される。これらの代表ベクトルの形状は、図10ないし図15に示すように定義できる。第2次高調波とは、図14および図15に示すようにベクトル内で成分の値が単調に増減するのではなく、増減が2回になっているものを言う。第2次高調波の水平、垂直方向のベクトルV2、H2は、水平、垂直方向のベクトルV、H、左斜め、右斜め方向SR、SLのいずれとも直交しているので、上記の代表ベクトルを用いた場合、入力ブロック3の「Shape」は、32通りの代表ベクトルで分析される。すなわち、V、H、SR、SLの4通りと、それらの負数を乗じた2通りを合わせた合計4通りの代表ベクトルとの組み合わせによる32通りである。

【0028】前述の実施例では、 $n = 6$ としたが、 n は他の数でもよく、前述の実施例と同等の効果を奏する。また、前述の実施例では、2進木の初段では、垂直ベクトルVと水平ベクトルHに関する空間分割を行ったが、初段で互いに直交する右斜め方向のベクトルSRおよび左斜め方向のベクトルSL、2次高調波からなる垂直ベクトルV2および2次高調波からなる水平ベクトルH2に関する分割を行ってもよく、前述の実施例と同等の効果を奏する。本発明によれば、符号の付け替え等簡単な操作のみで、分析のためのベクトルが反復使用できるので、記憶部は、差分代表ベクトルセットを各段に用意するのではなく、一つの記憶部を繰り返し、使用する構成で実現できる。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、「Shape」分析に利用する2進木状の差分代表ベクトルセットは、垂直や水平等の空間的方向性をもつベクトルの平均値を分離して正規化し、それらの差分である差分ベクトルによって構成されるため、入力ブロックとのマッチングが容易であり、2進木における1段の分析は、平均値分離ブロックと差分代表ベクトルセットとの一回の内積算出で実行できる。また、次段の分析に用いる差分代表ベクトルセットは、内積算出結果の正負にしたがって、記憶手段に記憶されているものをそのまま利用するのか、負数を乗じて利用するのかを決定することができるので、記憶手段の容量を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である画像信号分析方式のブロック構成図である。

【図2】 図1における形状分析手段のブロック構成図

である。

【図3】 形状分析手段の他の実施例ブロック構成図である。

【図4】 ベクトルXと二つの代表ベクトルY₁、Y₂とのパターンマッチングが一回の内積算出で実現できることを示す原理図である。

【図5】 本発明の一実施例における代表ベクトルセットを求めるためのアルゴリズムを説明するフローチャートを示す。

【図6】 2進木空間の分割の例を示す図である。

【図7】 2進木空間の分割の例を示す図である。

【図8】 図6および図7の空間分割を実現する2進木状の代表ベクトルセットの木の一例を示す図である。

【図9】 図8の代表ベクトルセットの木から得られる、差分ベクトルセットの木を示す図である。

【図10】 $k = 4$ 、 $l = 4$ とした場合の画像の2次元的方向成分を表す垂直方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。

【図11】 $k = 4$ 、 $l = 4$ とした場合の画像の2次元的方向成分を表す水平方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。

【図12】 $k = 4$ 、 $l = 4$ とした場合の画像の2次元的方向成分を表す左斜め方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。

【図13】 $k = 4$ 、 $l = 4$ とした場合の画像の2次元的方向成分を表す右斜め方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。

【図14】 $k = 4$ 、 $l = 4$ とした場合の画像の2次元的方向成分を表す2次高調波垂直方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。

【図15】 $k = 4$ 、 $l = 4$ とした場合の画像の2次元的方向成分を表す2次高調波水平方向として定義した代表ベクトルの形状例を示す図である。

【図16】 従来例における形状分析部のブロック構成図である。

【図17】 代表ベクトルからなるコードブックを求める従来例におけるアルゴリズムを説明するフローチャートを示す。

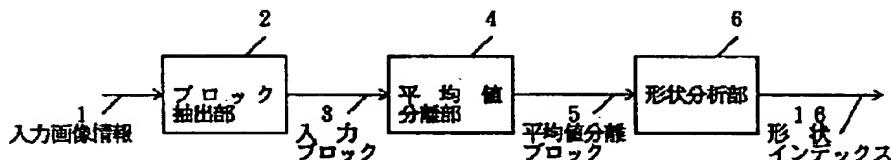
【符号の説明】

40	1 ··· 入力画像情報 換部	10 ··· 出力切
	2 ··· ブロック抽出部 ベクトル符号付与部	11 ··· 差分ベ
	3 ··· 入力ブロック 出部	12 ··· 内積算
	4 ··· 平均値分離部 ックス	13 ··· インデ
	5 ··· 平均値分離ブロック ックスラッチ	14 ··· インデ
50	6 ··· 形状分析部	15 ··· 差分ベ

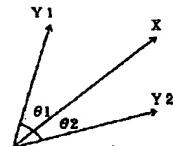
クトル選択部
8 . . . 差分ベクトル

*インデックス
16 . . . 形状イ*

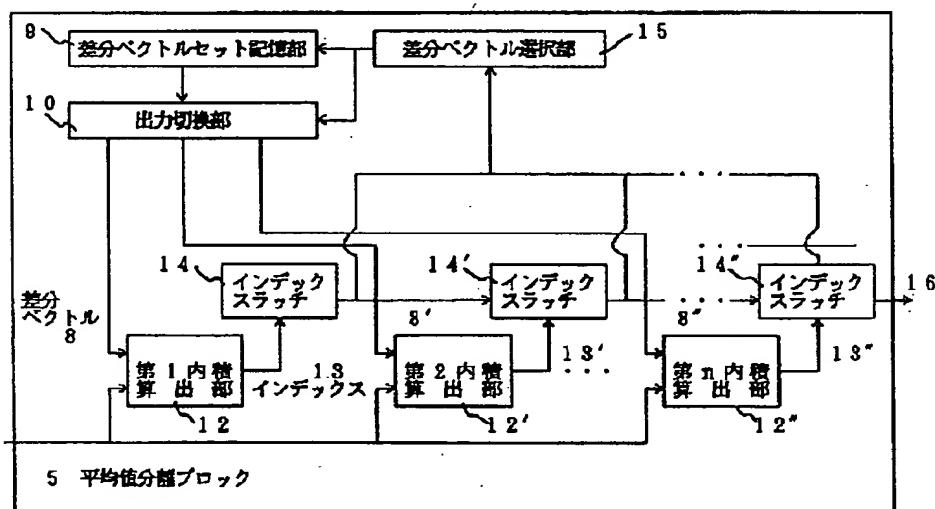
【図1】



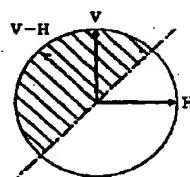
【図4】



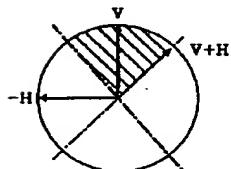
【図2】



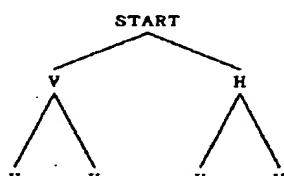
【図6】



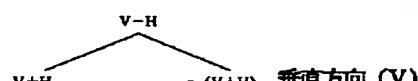
【図7】



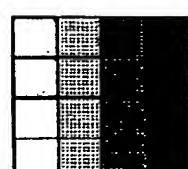
【図8】



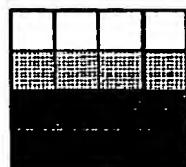
【図9】



【図10】



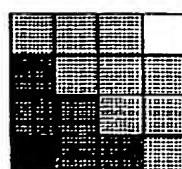
水平方向 (H)



左斜め方向 (SL)

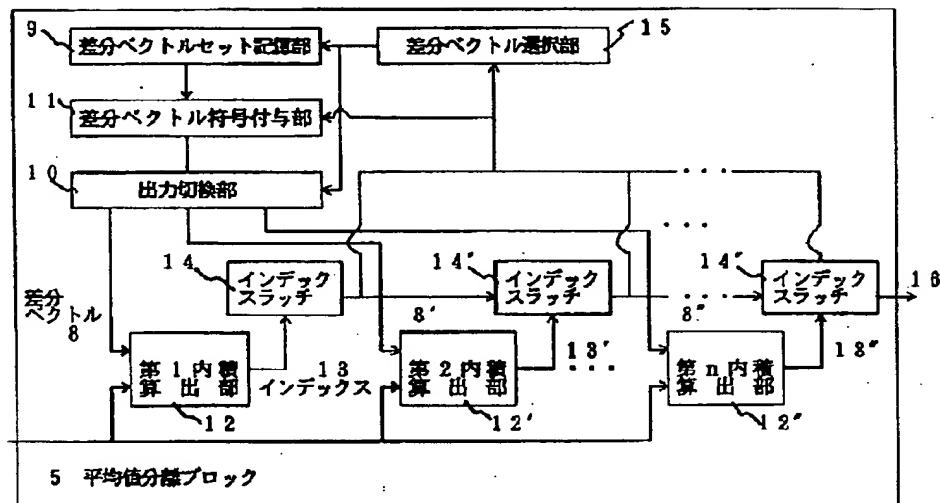


右斜め方向 (SR)



【図13】

【図3】

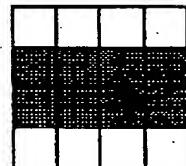


形状分析部 6

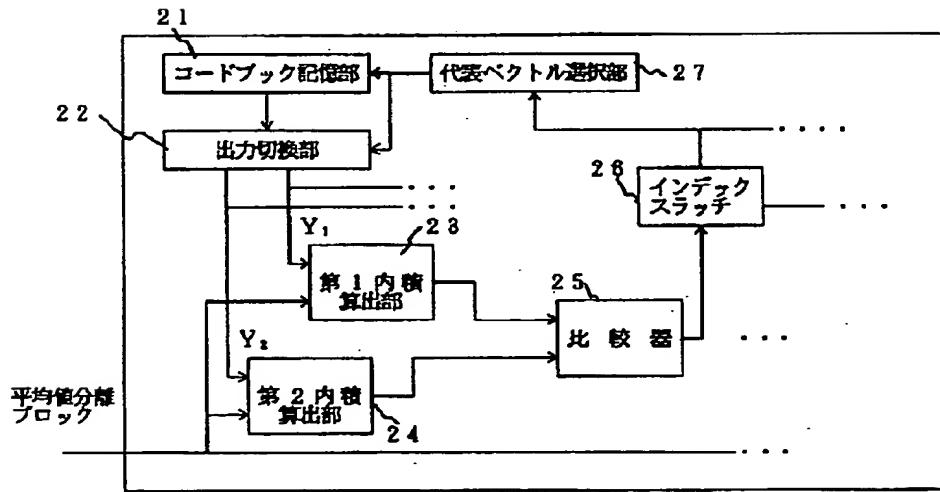
【図14】

2次高調波
垂直方向 (V2)

【図15】

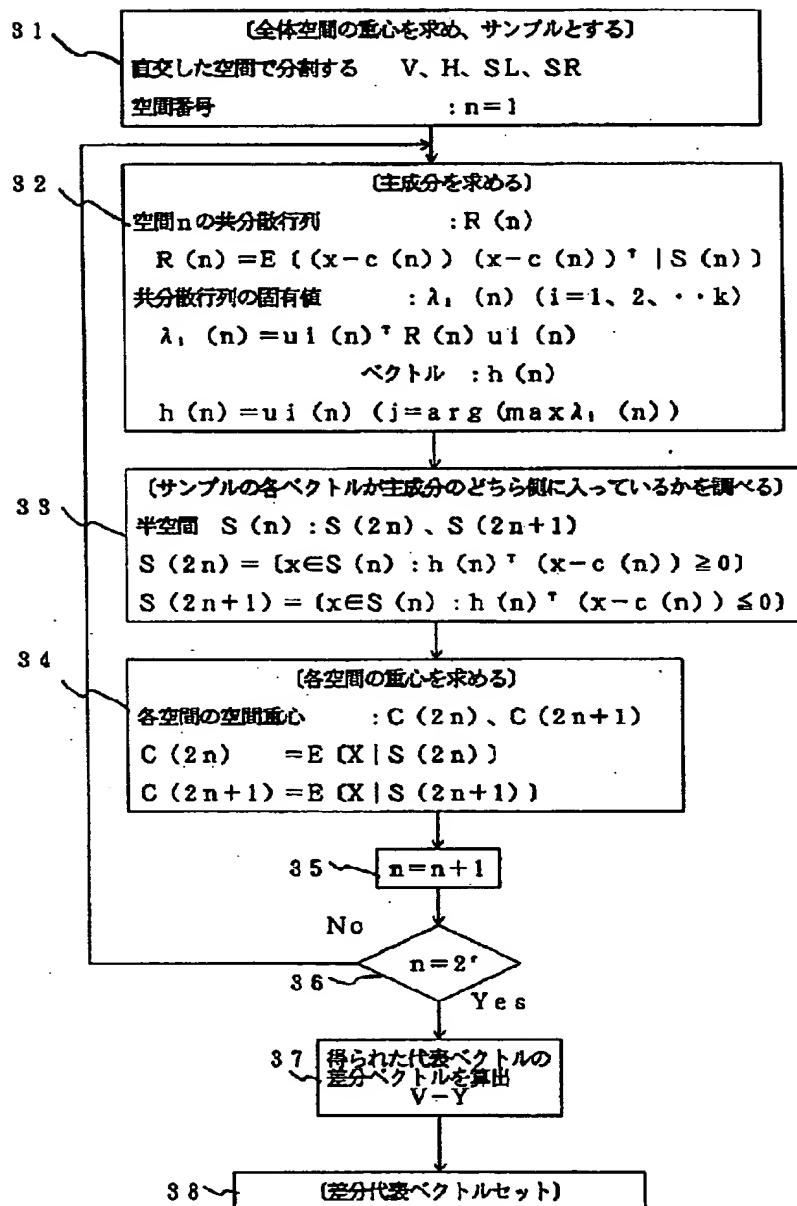
2次高調波
水平方向 (H2)

【図16】

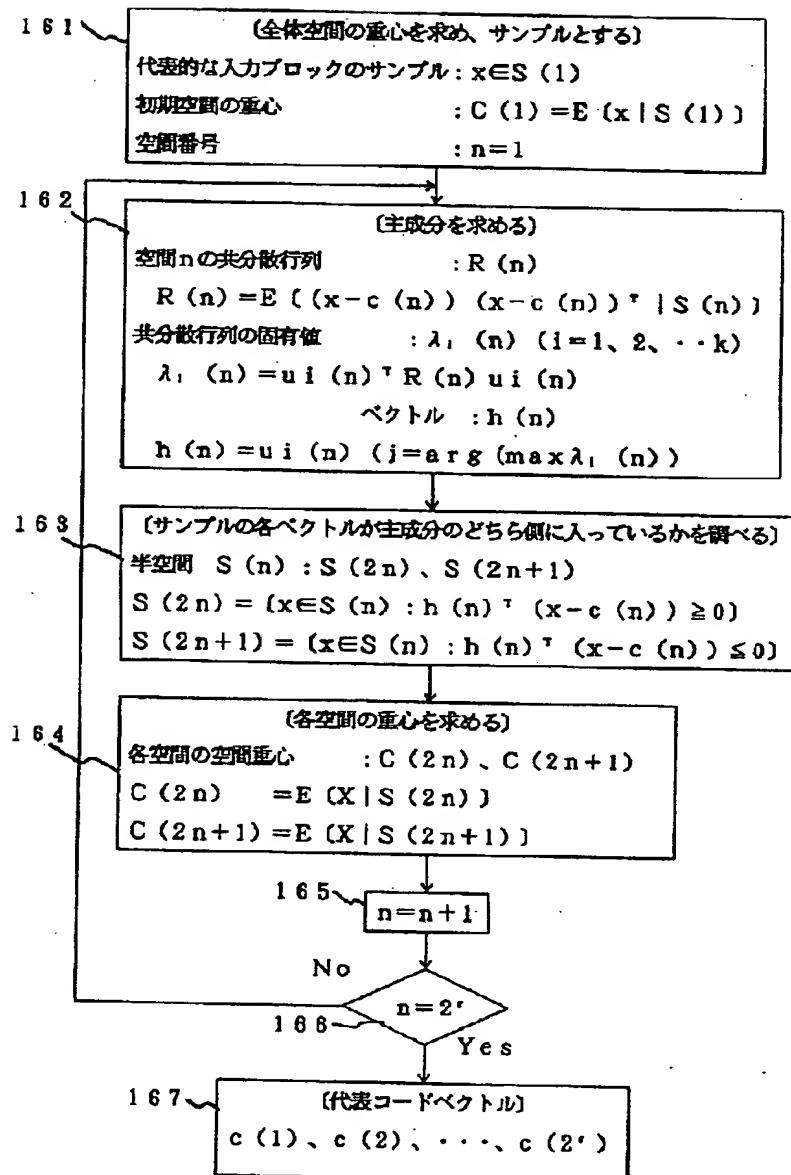


形状分析部 20

【図5】



【図17】



【手続補正書】

【提出日】平成4年9月25日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 入力画像から一定数の画素からなるブロックを順次抽出するブロック抽出手段と、

前記抽出したブロックから平均値を分離した平均値分離ブロックを得る平均値分離手段と、

2進木状に複数段に配置した代表ベクトルを、その2進木の各段毎に代表ベクトルの差分をとることにより得られた差分代表ベクトルのセットを記憶する記憶手段と、前記抽出したブロックと前記複数段の各差分代表ベクトルとそれぞれ内積計算を行う複数段の内積算出手段と、前記内積算出手段から得られた前記2進木の各段の内積

結果を、入力画像の形状を表すインデックスとして、保持する内積結果保持手段と、

を備えたことを特徴とする画像信号分析方式。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の画像信号分析方式は、入力画像から一定数の画素からなるブロックを順次抽出するブロック抽出手*

*段(2)と、前記抽出したブロックから平均値を分離した平均値分離ブロックを得る平均値分離手段(4)と、2進木状に複数段に配置した代表ベクトルを、その2進木の各段毎に代表ベクトルの差分をとることにより得られた差分代表ベクトルのセットを記憶する記憶手段

(9)と、前記抽出したブロックと前記複数段の各差分代表ベクトルとそれぞれ内積計算を行う複数段の内積算出手段(12)と、前記内積算出手段(12)から得られた前記2進木の各段の内積結果を、入力画像の形状を表すインデックス(13)として、保持する内積結果保持手段(14)とから構成される。

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 一弘

神奈川県海老名市本郷2274 富士ゼロツク
ス株式会社内